

PENDEKATAN METODE *SIX SIGMA*-TAGUCHI DALAM MENINGKATKAN KUALITAS PRODUK (Studi Kasus PT. Asaputex Jaya Spinning Mill Tegal)

Nesvi Intan Oktajayanti¹, Mustafid², Sudarno³

¹Mahasiswa Jurusan Statistika FSM Universitas Diponegoro

^{2,3}Staff Pengajar Jurusan Statistika FSM Universitas Diponegoro

ABSTRACT

The main factors to achieve business success in the era of globalization is the quality. In the business world, quality control is the key to maintaining customer loyalty. For a company doing quality control is expected to achieve the company's goals, related to the company's revenue. This is the purpose of PT. Asaputex Jaya Spinning Mill Tegal to make efforts to improve the production activities, especially in improving quality by reducing defects. Six Sigma-Taguchi method can be used to improve quality yarns product. From the analysis we found that the control diagram p, data of defects is uncontrolled, so the capability process is still low with capability value is 0,502. So, it need to be improved to enhance product quality yarns. By using the Taguchi method we can know factors and optimal level to improve the quality of the yarn. That Factor and level is TPI with the optimum level that can be used are Level 2 (13,5 rpm), level 1 (383 tpm) for Delivery Speed factor, for the weight of cotton the optimum level is level 1 (2,0 Kw) and factor Grain the optimal level is level 2 (400 Ne).

Keywords: Six Sigma Method, Design Experiment of Taguchi, Capability Process

1. PENDAHULUAN

Ketatnya persaingan dalam dunia industri menuntut setiap perusahaan memberikan yang terbaik bagi konsumennya. Kualitas merupakan salah satu jaminan yang harus diberikan dan dipenuhi oleh perusahaan kepada pelanggan. Salah satu cara untuk meningkatkan kualitas produk yakni dengan mengurangi cacat produksi ^[2].

PT. Asaputex Jaya Spinning Mill Tegal merupakan perusahaan yang memproduksi benang dengan *defect* yang cukup tinggi yaitu sebesar 22% pada tiap produksi. Masalah tersebut dapat menyebabkan menurunnya kepuasan pelanggan dan memberikan kerugian tersendiri untuk perusahaan.

Metode Six Sigma-Taguchi dapat digunakan untuk memperbaiki kualitas produk dan serta dapat menekan biaya dan sumber daya seminimal mungkin. Dengan menggunakan metode tersebut maka dapat menekan jumlah *defect* yang diproduksi hingga 3,4 cacat per satu juta kejadian, dan dapat diketahui juga faktor-faktor yang berpengaruh terhadap peningkatan produksi benang.

2. TINJAUAN PUSTAKA

2.1. Kualitas

Pengertian kualitas terus berevolusi seiring dengan pertumbuhan kedewasaan profesi yang berhubungan dengan kualitas. Tidak ada satupun konsultan maupun pelaku bisnis yang setuju pada satu pengertian kualitas yang universal. Pengertian kualitas sangat luas, tergantung pada sudut pandang yang mendefinisikannya. Sebagian besar orang mempunyai konsep pemahaman mengenai kualitas sebagai hubungan satu atau lebih karakteristik yang diinginkan dari sebuah produk atau jasa.

Pentingnya kualitas dalam mencapai keunggulan bersaing telah dibuktikan oleh beberapa penelitian selama tahun 1980-an. PIMS Associates, Inc, yang merupakan salah satu anak perusahaan dari *Strategic Planning Institute*, menyimpan basis data 1200 perusahaan dan mempelajari pengaruh kualitas produk pada kinerja perusahaan.

2.2. Six Sigma

Six Sigma berasal dari ukuran statistik yang berarti tingkat kesalahan atau sejumlah 3,4 atau lebih kecil per satu juta kejadian. Salah satu tujuan jangka panjang utama dari semua organisasi yang menerapkan filosofi *Six Sigma* adalah dapat melakukan semua proses penting, apapun wilayah fungsionalnya pada tingkat kemampuan *Six Sigma*.

Sigma	Defects Per Million Opportunity (DPMO)
1 sigma	690.000 Defects Per Million
2 sigma	308.300 Defects Per Million
3 sigma	66.807 Defects Per Million
4 sigma	6.220 Defects Per Million
5 sigma	233 Defects Per Million
6 sigma	3,4 Defects Per Million

dpmo = (jumlah cacat yang ditemukan/kemungkinan kesalahan) x 1.000.000

2.3. Tahapan Six Sigma

2.3.1 Define

Peta Proses Tingkat Tinggi SIPOC

Peta tingkat tinggi menentukan batasan proyek *Six Sigma* dengan cara mengidentifikasi proses yang sedang dipelajari, *input* dan *output*, serta pemasok dan pelanggannya. Salah satu contoh peta proses SIPOC yang merupakan singkatan dari *Supplier*, *Input*, *Output*, *Process*, dan *Customers* (Evans dan Lindsay, 2007).

2.3.2 Measure

Analisis Pareto

Analisis Pareto adalah proses dalam memeringkat kesempatan untuk menentukan yang mana dari kesempatan potensial yang banyak harus dikejar terlebih dahulu. Analisis pareto digunakan pada berbagai tahap dalam suatu program peningkatan kualitas untuk menentukan langkah mana diambil berikutnya. Analisis pareto sering kali digunakan untuk menganalisis data yang dikumpulkan (Pyzdek, 2002).

Diagram Pengendali

Diagram pengendali p digunakan untuk mengukur proporsi ketidaksesuaian (penyimpangan atau sering disebut cacat) dari item item dalam kelompok yang sedang diinspeksi. Dengan demikian diagram pengendali p digunakan untuk mengendalikan proporsi dari item-item yang tidak memenuhi syarat spesifikasi kualitas atau proporsi dari produk yang cacat yang dihasilkan dalam suatu proses (Gaspersz, 2001).

$$p = \frac{\text{hitungan kerusakan subkelompok}}{\text{ukuran sampel}}$$

$$\bar{p} = \frac{\text{penjumlahan dari hitungan rusak subkelompok}}{\text{penjumlahan dari ukuran subkelompok}}$$

$$LCL = \bar{p} - 3 \sqrt{\frac{\bar{p}(1 - \bar{p})}{\bar{n}}}$$

$$UCL = \bar{p} + 3 \sqrt{\frac{\bar{p}(1 - \bar{p})}{\bar{n}}}$$

2.3.3 Analyze

Kapabilitas Proses

Kapabilitas proses adalah kisaran dimana variasi alami suatu proses terjadi akibat penyebab umum suatu sistem, atau dengan kata lain, pencapaian suatu proses dalam kondisi stabil. Kapabilitas proses penting baik bagi desainer produk dan teknisi produk dan amat penting untuk mencapai tingkat kerja *Six Sigma* (Evans dan Lindsay, 2007).

$$C_p = \frac{USL - LSL}{6\sigma}$$

Kriteria Penilaian:

- Jika $C_p > 1,33$ maka kapabilitas proses sangat baik
- Jika $1,00 \leq C_p \leq 1,33$ maka kapabilitas baik, namun perlu pengendalian ketat apabila C_p mendekati 1,00
- Jika $C_p < 1,00$ maka kapabilitas proses rendah, sehingga perlu diperhatikan tingkat kinerjanya melalui peningkatan proses (Gaspersz, 2001).

Diagram Sebab Akibat

Diagram sebab akibat adalah suatu diagram yang menunjukkan hubungan antara sebab dan akibat. Berkaitan dengan pengendalian proses statistika, diagram sebab akibat digunakan untuk menunjukkan faktor-faktor penyebab (sebab) dan karakteristik kualitas (akibat) yang disebabkan oleh faktor-faktor penyebab itu (Gaspersz, 2001).

2.3.4 Improve

Metode Taguchi

Metode *Taguchi* merupakan suatu metodologi baru dalam bidang teknik yang bertujuan untuk memperbaiki kualitas produk dan proses dalam waktu yang bersamaan menekan biaya dan sumber daya seminimal mungkin. Metode *Taguchi* berupaya mencapai sasaran itu dengan menjadikan produk atau proses “tidak sensitif” terhadap berbagai faktor seperti misalnya material, perlengkapan manufaktur, tenaga kerja manusia dan kondisi-kondisi operasional. Metode *Taguchi* menjadikan produk atau proses bersifat kokoh (*robust*) terhadap faktor gangguan, karenanya metode ini disebut juga sebagai perancangan kokoh (*robust design*) (Soejanto, 2009).

Matriks Ortogonal

Matriks adalah suatu matriks yang elemen-elemennya disusun menurut baris dan kolom. Kolom merupakan faktor yang dapat diubah dalam eksperimen. Baris merupakan kombinasi level dari faktor dalam eksperimen. Matriks disebut ortogonal karena level-level dari faktor berimbang dan dapat dipisahkan dari pengaruh faktor lain dalam eksperimen. Jadi matriks ortogonal adalah matriks seimbang dari faktor dan level sedemikian hingga pengaruh suatu faktor atau level tidak baur dengan pengaruh faktor atau level yang lain (Soejanto, 2009).

Notasi $L_a(b^c)$, memiliki arti rancangan percobaan dengan keterangan sebagai berikut:

L = rancangan bujursangkar latin

a = banyak baris/eksperimen

b = banyak level

c = banyak kolom/faktor

Bagchi (1993) dalam bukunya *Taguchi Method Explained* menyebutkan contoh matriks ortogonal untuk $L_9(3^4)$ dengan 9 eksperimen, 3 level dan 4 faktor yang terlihat pada Tabel berikut:

Eksperimen	A	B	C	D
1	1	1	1	1
2	1	2	2	2
3	1	3	3	3
4	2	1	2	3
5	2	2	3	1
6	2	3	1	2
7	3	1	3	2
8	3	2	1	3
9	3	3	2	1

Analysis of Variance (ANOVA)

Metode *Taguchi* menggunakan *Analysis of Variance* (ANOVA) data variabel bertujuan untuk mencari faktor-faktor yang mempengaruhi nilai respon. *Analysis of Variance* (ANOVA) merupakan metode yang digunakan untuk mencari setting level optimal guna meminimalkan penyimpangan variansi.

Analisis varians dua arah pada metode *Taguchi* adalah data eksperimen yang terdiri dari dua faktor atau lebih dan dua level atau lebih. Tabel analisis varians dua arah dari perhitungan derajat bebas, jumlah kuadrat, rata-rata jumlah kuadrat dan F-rasio (Soejanto, 2009).

$$SS_T = \left[\sum_{i=1}^N y_i^2 \right]$$

$$i = 1, 2, 3, \dots, N$$

N = banyaknya percobaan

$$SS_m = N \cdot \bar{y}^2$$

$$SS_A = \left[\sum_{j=1}^{k_A} \left(\frac{y_{Aj}^2}{n_{Aj}} \right) \right] - SS_m$$

y_{Aj} = Jumlah hasil percobaan faktor A level ke- j

n_{Aj} = Banyak percobaan faktor A level ke- j

$j = 1, 2, \dots, k_A$

$$SS_e = SS_T - SS_A - SS_B - SS_C - SS_D$$

Sumber Variansi	Sum of Squares	Degrees of freedom	Mean square	F
A	SS_A	$k_A - 1$	$MS_A = \frac{SS_A}{k_A - 1}$	$\frac{MS_A}{MS_e}$
B	SS_B	$k_B - 1$	$MS_B = \frac{SS_B}{k_B - 1}$	$\frac{MS_B}{MS_e}$
C	SS_C	$k_C - 1$	$MS_C = \frac{SS_C}{k_C - 1}$	$\frac{MS_C}{MS_e}$
D	SS_D	$k_D - 1$	$MS_D = \frac{SS_D}{k_D - 1}$	$\frac{MS_D}{MS_e}$
Error	SS_e	$db_T - db_A - db_B - db_C - db_D$	$MS_e = \frac{SS_e}{db_{error}}$	
Total	SS_T	$n \times r - 1$		

Rasio S/N

Rasio S/N (*Ratio Signal to Noise*) digunakan untuk memilih faktor-faktor yang memiliki kontribusi pada pengurangan variansi atau respon. Rasio S/N adalah kontribusi original dari *Taguchi* pada rancangan eksperimen yang penting.

Rasio S/N: Semakin kecil, semakin baik

Digunakan bilamana karakteristik mutunya tidak negatif, idealnya nol. Karakteristik mutu yang dikehendaki semakin kecil nilainya semakin baik.

$$S/N_{SB} = -10 \log\left(\frac{1}{n} \sum_{i=1}^n y_i^2\right)$$

Persen Kontribusi

Persen kontribusi merupakan fungsi jumlah kuadrat untuk masing-masing items yang signifikan. Persen kontribusi mengindikasikan kekuatan relatif dari suatu faktor dan/atau interaksi dalam mengurangi variasi (Soejanto, 2009).

Ketika analisis varians telah digunakan pada seperangkat data dan jumlah kuadrat telah dihitung dapat digunakan data ini untuk membagi jumlah kuadrat dengan faktor-faktor yang relevan. Dengan membandingkan nilai ini terhadap jumlah kuadrat total menghasilkan persen kontribusi dari masing-masing faktor.

$$\rho = \frac{SS'_A}{SS_T} \times 100\%$$

$$SS'_A = SS_A - (V_e)(v_A)$$

$$v_A = \text{derajat bebas faktor } A$$

$$V_e = \text{varian error (Ross, 1988)}$$

3. METODE PENELITIAN

3.1. Data

Data yang digunakan pada penelitian ini adalah data jumlah produksi, jumlah total produk *defect*, dan jumlah *defect* (berat, ukuran dan kekuatan). Data tersebut merupakan data sekunder yang diperoleh dari PT. Asaputex Jaya Spinning Mill Tegal pada bulan April 2015-Mei 2015, wawancara langsung kepada kepala produksi PT. Asaputex Jaya Spinning Mill Tegal, serta pengamatan langsung terhadap proses pembuatan benang yang di lakukan selama 36 hari.

3.2. Metode Analisis

Tahapan analisis data adalah sebagai berikut:

1. Define

Pada tahap ini dilakukan pengumpulan data yang terdiri dari data primer dan data sekunder. Data sekunder merupakan data yang diperoleh secara langsung dari lapangan, dimana dalam penelitian ini data produk benang yang cacat hasil dari desain eksperimen Metode *Taguchi*. Pada fase *define* dilakukan identifikasi proses produksi dengan menggunakan diagram SIPOC.

2. Measure

Pada tahap ini dilakukan analisis faktor yang berpengaruh pada penyebab produksi cacat. Dalam analisis ini digunakan diagram sebab akibat. Kemudian faktor yang berpengaruh akan digunakan dalam rancangan percobaan metode *Taguchi*.

3. Analyze

Fase *analyze* bertujuan untuk menguji data yang dikumpulkan. Pada data *defect* dibuat diagram pengendali p dan kemudian dicari nilai kapabilitasnya kemudian digunakan rancangan percobaan metode *Taguchi* yang kemudian dilakukan analisis varian, untuk

mengetahui faktor signifikan. Kemudian menghitung Rasio S/N dan interval kepercayaan. Setelah itu dilakukan uji normalitas untuk menghitung DPMO dan nilai sigma dari tiap CTQ yang ada.

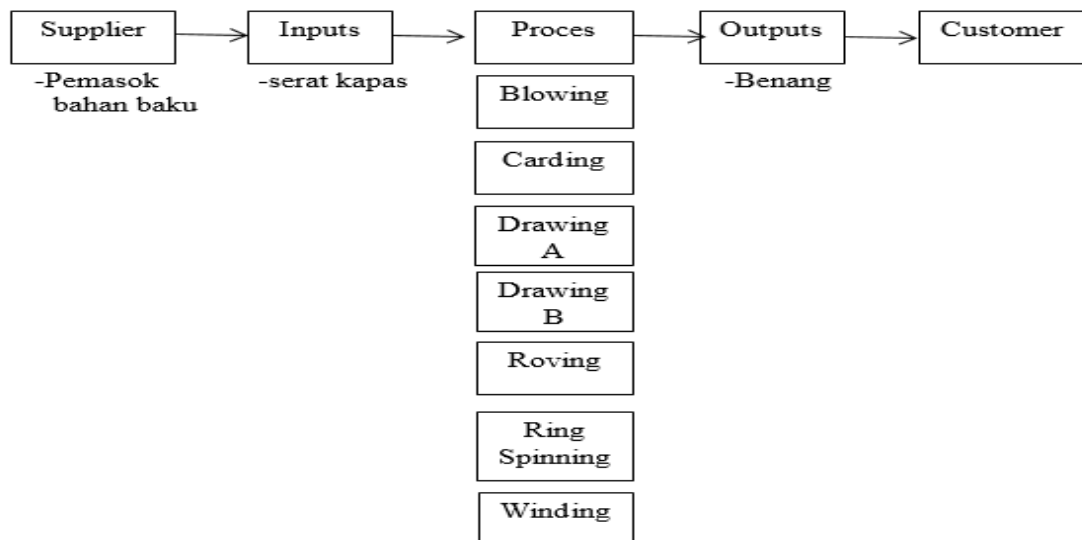
4. *Improve*

Fase *improve* dilakukan untuk melakukan tindakan perbaikan dalam rangka mengoptimalkan proses. Setelah analisis diatas dapat disimpulkan bahwa pada produksi benang ini harus dilakukan tindakan perbaikan, untuk meningkatkan kualitas produk benang yang diproduksi.

4. HASIL DAN PEMBAHASAN

4.1. *Define*

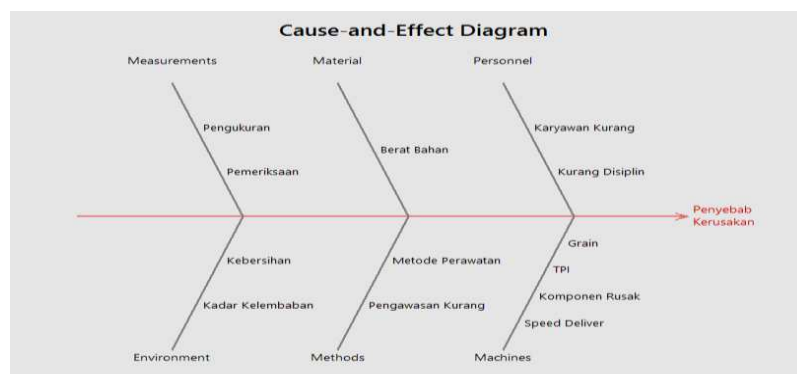
Diagram SIPOC digunakan untuk mendefinisikan proses kunci beserta pelanggan yang terlibat dalam proses tersebut. Proses kunci dalam pembuatan benang adalah setting mesin dan berat kapas. Setting mesin dalam pembuatan produk benang harus tepat sehingga dapat meningkatkan kualitas produk yang dihasilkan. Diagram SIPOC dari proses pembuatan produk benang pada Gambar diagram SIPOC berikut.



4.2. *Measure*

4.2.1. Diagram Sebab Akibat

Dalam sebuah produksi yang memproduksi produk cacat pasti ada akar penyebabnya. Untuk mengetahui akar penyebab atau faktor penyebab cacat dapat digunakan diagram sebab akibat. Diagram sebab akibat dipergunakan untuk menunjukkan faktor-faktor penyebab kerusakan (cacat). Dalam diagram sebab akibat berikut dapat diketahui faktor-faktor penyebab cacat pada benang.



Dari beberapa faktor tersebut, faktor yang paling berpengaruh terhadap peningkatan kualitas benang adalah setting mesin dari *speed delivery*, TPI, Grain dan berat bahan baku.

4.3 Analyze

Setelah diketahui faktor-faktor penyebab kerusakan selanjutnya adalah data dari produk cacat tersebut akan dilihat kapabilitas prosesnya untuk mengetahui apakah mempunyai kapabilitas proses yang baik atau tidak.

Dari diagram pengendali p diketahui bahwa data *defect* tidak terkendali dengan nilai kapabilitas proses sebesar 0,502 yang berarti bahwa tingkat kemampuan proses masih rendah maka perlu dilakukan peningkatan proses.

Peningkatan proses dapat dilakukan dengan menggunakan metode *Taguchi*. Dengan diketahui faktor-faktor yang berpengaruh dari diagram sebab akibat maka dapat dilakukan analisis faktor dengan rancangan percobaan *Taguchi*.

4.3.1 Matriks Ortogonal

Dalam metode *Taguchi* digunakan matriks ortogonal $L_9 (3^4)$ dengan matriks ortogonal sebagai berikut ortogonal:

Eksperimen	TPI	Berat Kapas	Grain	<i>Speed deliver</i>
1	1	1	1	1
2	1	2	2	2
3	1	3	3	3
4	2	1	2	3
5	2	2	3	1
6	2	3	1	2
7	3	1	3	2
8	3	2	1	3
9	3	3	2	1

Dari matriks orthogonal tersebut kemudian akan diaplikasikan pada factor dan level factor berikut:

Faktor Berpengaruh	Level faktor		
	1	2	3
TPI	11,5 rpm	13,5 rpm	15,5 rpm
Berat Kapas	2.0 Kw	2,2 Kw	2,5 Kw
Grain	400 Ne	420 Ne	450 Ne
<i>Speed Delivery</i>	38,3 tpm	39,3 tpm	41,5 tpm

Jumlah eksperimen yang harus dibuat sesuai dengan matriks orthogonal $L_9 (3^4)$ adalah 9 kali eksperimen dan setiap eksperimen memiliki 4 replikasi. Jadi, total keseluruhan data adalah berjumlah 36.

Eksperimen	TPI	Berat Kapas	Grain	<i>Speed Delivery</i>	Replikasi (y_i)			
					1	2	3	4
1	1	1	1	1	210	212	211	219
2	1	2	2	2	207	210	208	207
3	1	3	3	3	206	205	201	212
4	2	1	2	3	234	232	229	228
5	2	2	3	1	243	215	220	220
6	2	3	1	2	229	222	231	219
7	3	1	3	2	220	218	216	217
8	3	2	1	3	212	209	227	208
9	3	3	2	1	215	214	224	216

4.2.2. Perhitungan ANOVA

Metode Taguchi menggunakan ANOVA bertujuan untuk mencari factor-faktor yang mempengaruhi nilai respon. ANOVA merupakan metode yang digunakan untuk mencari setting level optimal guna meminimalkan penyimpangan variasi.

$$\begin{aligned}\bar{y} &= \frac{\sum_{i=1}^{36} y_i}{N} = \frac{210+212+211+\dots+214+224+216}{36} = 217,39 \\ SS_m &= N \bar{y}^2 \\ &= 36 \times 217,39^2 = 1701285,44 \\ SS_T &= \left[\sum_{i=1}^{36} y_i^2 \right] \\ SS_T &= [210^2 + 207^2 + 206^2 + \dots + 217^2 + 208^2 + 216^2] = 1704460 \\ SS_A &= \left[\sum_{j=1}^3 \left(\frac{y_{Aj}^2}{n_{Aj}} \right) \right] - SS_m \\ SS_A &= \left[\frac{(2508)^2}{12} + \frac{(2722)^2}{12} + \frac{(2596)^2}{12} \right] - 1701285,44 = 1928,22 \\ SS_B &= \left[\frac{(2646)^2}{12} + \frac{(2586)^2}{12} + \frac{(2594)^2}{12} \right] - 1701285,44 = 176,89 \\ SS_C &= \left[\frac{(2817)^2}{12} + \frac{(2624)^2}{12} + \frac{(2593)^2}{12} \right] - 1701285,44 = 44,06 \\ SS_D &= \left[\frac{(2619)^2}{12} + \frac{(2604)^2}{12} + \frac{(2603)^2}{12} \right] - 1701285,44 = 449,97 \\ SS_e &= 1704460 - 1928,22 - 176,89 - 44,06 - 449,97 = 575,41\end{aligned}$$

Dari perhitungan tersebut dibuat table ANOVA pada table berikut:

Sumber Variansi	Sum of Squares	Degrees of freedom	Mean square	F
TPI	1928,22	2	964,11	45,24
Berat Kapas	176,89	2	88,44	4,15
Grain	44,06	2	22,03	1,03
Speed Delivery	449,97	2	224,99	10,56
Error	575,41	27	21,31	
Total	3174,56	35		
Mean	1701285,44	1		
Total	1704460	36		

Table ANOVA tersebut menunjukkan bahwa factor TPI dan Speed Delivery memiliki nilai F-hit > F-tabel (4,21) hal ini dapat di artikan bahwa factor TPI dan Speed Delivery memiliki pengaruh terhadap peningkatan kualitas benang.

4.2.3 Rasio S/N

Pada penelitian ini rasio S/N yang digunakan adalah Rasio S/N *Smaller is Better*. Dengan menggunakan rumus $S/N_{SB} = -10 \log(\frac{1}{n} \sum_{i=1}^n y_i^2)$ akan didapat nilai Rasio S/N berikut:

TPI	Berat kapas	Grain	Speed Delivery	Replikasi				Rasio S/N
				1	2	3	4	
1	1	1	1	210	212	211	219	-46.57
1	2	2	2	207	210	208	207	-46.36
1	3	3	3	206	205	201	212	-46.28
2	1	2	3	234	232	229	228	-47.26
2	2	3	1	243	215	220	220	-47.03
2	3	1	2	229	222	231	219	-47.06
3	1	3	2	220	218	216	217	-46.76
3	2	1	3	212	209	227	208	-46.61
3	3	2	1	215	214	224	216	-46.74

Dari Tabel tersebut didapat nilai Rasio S/N dari tiap percobaan. Nilai Rasio S/N tersebut kemudian akan dihitung dan menghasilkan nilai Rasio S/N dari tiap faktor dan level seperti pada Tabel berikut.

	TPI	Berat Kapas	Grain	Speed Delivery
1	-46,40	-46,86	-46,75	-46,78
2	-47,12	-46,67	-46,79	-46,73
3	-46.70	-46,69	-46,69	-46,72
Difference	0,71	0,19	0,10	0,06
Rank	1	2	3	4

Dari hasil Tabel diatas, dipilih nilai level faktor paling kecil pada setiap faktor, hal ini digunakan sebagai penerapan Rasio S/N pada *Smaller is Better*. Maka level faktor yang berpengaruh adalah, faktor TPI level 2 (13,5 rpm), faktor Berat Kapas level 1 (2,0 kw), faktor Grain level 2 (450 Ne) dan faktor *Speed Delivery* level 1 (39,3 tpm).

4.2.4 Persen Kontribusi

$$SS'_A = 1928,22 - (21,31 \times 2) = 1885,302$$

$$\rho_A = \frac{1885,302}{3174,56} \times 100\% = 59,38\%$$

$$\rho_B = 4,23\%$$

$$\rho_C = 0,0453\%$$

$$\rho_D = 12,83\%$$

Hasil tersebut menunjukkan bahwa kontribusi paling tinggi dalam mengurangi variasi adalah faktor A (TPI) dan faktor D (*Speed Delivery*). Faktor lain juga memiliki kontribusi namun tidak memberikan kontribusi yang terlalu tinggi.

4.4 Improve

Dari hasil analisis didapat bahwa pada diagram pengendali p data *defect* tidak terkendali, sehingga nilai kapabilitas proses masih rendah. Perlu dilakukan perbaikan untuk meningkatkan kualitas produk benang.

Dengan menggunakan metode *Taguchi* dapat diketahui faktor dan level optimal untuk meningkatkan kualitas benang. Faktor dan level tersebut adalah faktor TPI dengan level optimal yang dapat digunakan yaitu Level 2 (13,5 rpm), level 1(38,3 tpm) untuk faktor *Speed Delivery*, untuk faktor berat kapas level optimal yang dapat digunakan yaitu level 1 (2,0 Kw) dan faktor Grain level optimalnya adalah level 2 (400 Ne).

5. KESIMPULAN

Diagram sebab akibat menunjukkan faktor-faktor yang berpengaruh peningkatan kualitas benang. Dari seluruh faktor tersebut yang paling berpengaruh terhadap

peningkatan kualitas benang adalah TPI, Berat Kapas, Grain, dan *Speed Delivery*. Dengan mengetahui faktor tersebut maka dapat dilakukan rancangan percobaan metode *Taguchi* untuk dapat diketahui faktor mana yang paling optimal dapat meningkatkan kualitas produk benang.

Setelah dilakukan analisis metode *Taguchi* melalui ANOVA didapat bahwa faktor yang berpengaruh secara dan berkontribusi besar terhadap peningkatan kualitas benang adalah faktor TPI dan *Speed Delivery* dengan level optimal yang dapat digunakan yaitu Level 2 (13,5 rpm) untuk faktor TPI dan level 1(38,3 tpm) untuk faktor *Speed Delivery*. Meskipun faktor berat kapas dan grain tidak berpengaruh secara signifikan setting level optimal dapat dilakukan. Untuk faktor berat kapas level optimal yang dapat digunakan yaitu level 1 (2,0 Kw) dan faktor Grain level optimalnya adalah level 2 (400 Ne).

DAFTAR PUSTAKA

- Bagchi, T.P.1993. *Taguchi Methods Explained*. New Delhi: Prentice-Hall of India Private Limited.
- Evans, J. dan Lindsay, W. 2007. *Pengantar Six Sigma*. Fitriatri, A., penerjemah. Jakarta: Penerbit Salemba Empat Terjemahan dari: *An Introduction to Six Sigma and Process Improvment*.
- Gaspersz, V. 2001. *Metode Analisis Untuk Peningkatan Kualitas*. Jakarta: Gramedia Pustaka Utama.
- Pyzdek, T. 2002. *The Six Sigma Handbook: Panduan Lengkap untuk Greenbelts, Blackbelts, dan Manajer pada Semua Tingkat*. Jakarta: Salemba Empat.
- Soejanto, I. 2009. *Desain Eksperimen dengan Metode Taguchi*. Yogyakarta: Graha Ilmu.